

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA**

**Institut geodézie a důlního měřictví**

**Nastavení a kontrola konstrukce skruží při výstavbě mostu**

**205 stavby D1 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Autor:**

**Daniela Súľovcová**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**Ing. Petr Jadviščok, Ph.D.**

**Ostrava 2016**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut geodézie a důlního měřictví

## Zadání bakalářské práce

Student: **Daniela Súl'ovcová**  
Studijní program: B3646 Geodézie a kartografie  
Studijní obor: 3646R007 Inženýrská geodézie  
Téma: Nastavení a kontrola konstrukce skruží při výstavbě mostu 205 stavby  
D1 Hričovské Podhradie - Litavská Lúčka  
Setting and Checking Construction Centrings During the Construction of  
the Bridge Construction 205 D1 Hričovské Podhradie - Litavská Lúčka

Jazyk vypracování: slovenština

Zásady pro vypracování:

- 1) Tvorba lokální vytyčovací sítě.
- 2) Vytyčení bednění a následná kontrola.
- 3) Kontrolní zaměření mostovky po realizaci.
- 4) Zpracování měřených dat a vyhotovení dokumentace.

Seznam doporučené odborné literatury:

NOVÁK, Z.; PROCHÁZKA, J.: *Inženýrská geodézie 10*. Skripta ČVUT, ISBN 80-01-02407-5, Praha 2001  
MICHALČÁK, O.; VOŠKA, O.; VESELÝ, M.; NOVÁK, Z.: *Inženýrská geodézie I.* Bratislava. 1985  
SCHENK, J.: *Geodézie*. VŠB-TU Ostrava, 2005, ISBN 80-248-0782-3  
STN ISO 4463-1 Metódy merania v stavebníctve. Vytyčovanie a meranie. 2002  
STN 73 0202 Presnosť geometrických parametrov vo výstavbe. Základné ustanovenia. 1995.  
STN 01 3411 Mapy veľkých mierok. Kreslenie a značky. 1989.  
STN 01 3410 Mapy veľkých mierok. Základné a účelové mapy. 1989.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Jadviščok, Ph.D.**

Datum zadání: 30.10.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016

doc. Ing. Pavel Černota, Ph.D.  
vedoucí institutu



prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.  
děkan fakulty

*Prohlášení autora bakalářské práce*

*Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu. Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*

*Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).*

*Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*

*Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>*

*Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*

*Bylo sjednáno, že užít své dílo –bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

*V Ostravě dne 29. 4. 2016*

*Sůlovcová Daniela*

*podpis*



## **PodĎakovanie**

Za všetky rady a konzultácie ohľadom tejto bakalárskej práce ďakujem Ing. Petrovi Jadviščokovi, Ph.D. PodĎakovanie patrí aj firme VÁHOSTAV-SK, a.s. a pánovi Ing. Martinovi Mačorovi, za to že mi umožnili zúčastniť sa geodetických prác na diaľničnom moste a Ing. Martinovi Bojsovi a Ing. Martinovi Ciesarovi za pomoc pri realizácii geodetických prác.

## **Abstrakt**

Bakalárska práca je zameraná na diaľničnú výstavbu v inžinierskej geodézii. Geodetické práce sa týkali mostného objektu 205-00, ktorý je súčasťou diaľnice D1. Išlo o výškové nastavenie debnenia nosnej konštrukcie pomocou presného výškového vytyčovania a zameranie po realizácii. V bakalárskej práci je vysvetlené budovanie vytyčovacej siete u líniových stavbách, je tu priblížená lokalita stavebného objektu, metódy polohového a výškového vytyčovania, použité podklady a podrobný postup meračských prác a výsledným spracovaním údajov.

## **Kľúčové slová**

Nosná konštrukcia mosta, nastavenie debnenia, vytyčovacia sieť, porealizačné meranie, nadvýšenie.

## **Abstract**

Bachelor thesis deals with highway construction in engineering geodesy . The survey was focused on bridge building 205-00 , which is part of the D1 highway. It points on the height adjustment of the formwork support structure following precision heights setting and focus for implementation. In our thesis there is explained building the stakeout network with linear structures , there is zoomed location of the structure, methods of position and height of the delimitation, there are attached and described used documents, detailed structured procedures for field performance and the resulting processed data used in our thesis.

## **Keywords**

The supporting structure of the bridge, setting the formwork, stake out a network , implementation of the au- measurement, camber.

## Obsah

1 ÚVOD .....	1
2 LOKALIZÁCIA STAVEBNÉHO OBJEKTU .....	2
2.1 Základné identifikačné údaje .....	2
3 INŽINIERSKA GEODÉZIA PRI VÝSTAVBE MOSTOV .....	4
3.1 Mosty.....	4
3.2 Charakteristické prvky a časti mosta.....	4
3.3 Konštrukcia NK mostu 205-00 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka .....	6
4 CIEĽ PRÁCE.....	9
5 NÁLEŽITOSTI GEODETICKEJ PRÍPRAVY .....	10
5.1 Použité podklady.....	11
6 VYTYČOVACIA SIETĚ .....	13
6.1 Druhy a charakteristika vytyčovacích sietí .....	13
6.2 Zásady budovania polohových vytyčovacích sietí.....	15
6.3 Stabilizácia a ochrana bodov vytyčovacej siete .....	16
6.4 Metódy budovania vytyčovacích sietí.....	18
6.5 Postup budovania vytyčovacej siete mostného objektu 205-00.....	19
7 METÓDY VYTYČOVANIA.....	23
7.1 Polohové meranie a metódy vytyčovania .....	23
7.2 Výškové meranie a metódy vytyčovania .....	26
8 VLASTNÉ MERANIE .....	33
8.1 Použité pomôcky.....	33
8.2 Metódy vytyčovania.....	34
8.3 Postup prác pri výškovom nastavení debnenia .....	34
8.4 Porealizačné zameranie mostovky .....	37

9 POŽIADAVKY NA PRESNOSŤ VYTYČOVANIA.....	39
9.1 Rozbor presnosti vlastného merania .....	40
10 SPRACOVANIE MERANÝCH DÁT A VYHOTOVENIE DOKUMENTÁCIE .....	42
11 Záver .....	44
Zoznam použitej literatúry .....	45
Zoznam použitých skratiek .....	47
Zoznam obrázkov .....	48
Zoznam tabuliek .....	50
Zoznam príloh.....	51

## 1 ÚVOD

Obsah tejto práce je zameraný na zhrnutie teoretickej a praktickej činnosti v oblasti inžinierskych stavieb a to konkrétne pri výstavbe hornej časti nosnej konštrukcie mosta. Ide o nastavenie a kontrolu porealizačného stavu konštrukcie debnenia pred a po betonáži. Konštrukcia je realizovaná pomocou výsuvnej skruže v kombinácii s podpernou skružou. V práci je vysvetlenie budovania nosnej konštrukcie, budovanie lokálnej vytyčovacej siete, postup prác pri nastavovaní skruže a popísanie dodržania presnosti a jej význam.



## 2 LOKALIZÁCIA STAVEBNÉHO OBJEKTU

Predmetom merania je most s označením 205-00, ktorý je súčasťou diaľnice D1 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka, kde sa rieši premostenie hlbokého údolia s poľnou cestou, potokom a preložkou cesty.

Trasa diaľnice D1 prechádza údolím s potokom a voľnou vegetáciou. Os diaľnice v danom úseku vedie k prechodnici so smerovým oblúkom. Most je situovaný v extraviláne katastrálneho územia Bitarová a Bánová.

Letecká snímka obrázok 1 vysvetľuje priebeh trasy mostu 205-00 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka z leteckej perspektívy, je tu vidieť premostenie ponad cestnú komunikáciu a rozľahlú vegetáciu.



Obrázok 1 Lokalizácia stavebného objektu [10]

### 2.1 Základné identifikačné údaje

Názov stavby: D1 Hričovské Podhradie - Lietavská Lúčka

Názov úseku: Hričovské Podhradie - Lietavská Lúčka

Číslo objektu: 205-00

Názov objektu: Most na D1 nad c. III/5183 km 30,898

Miesto stavby: Obec: Bitarová

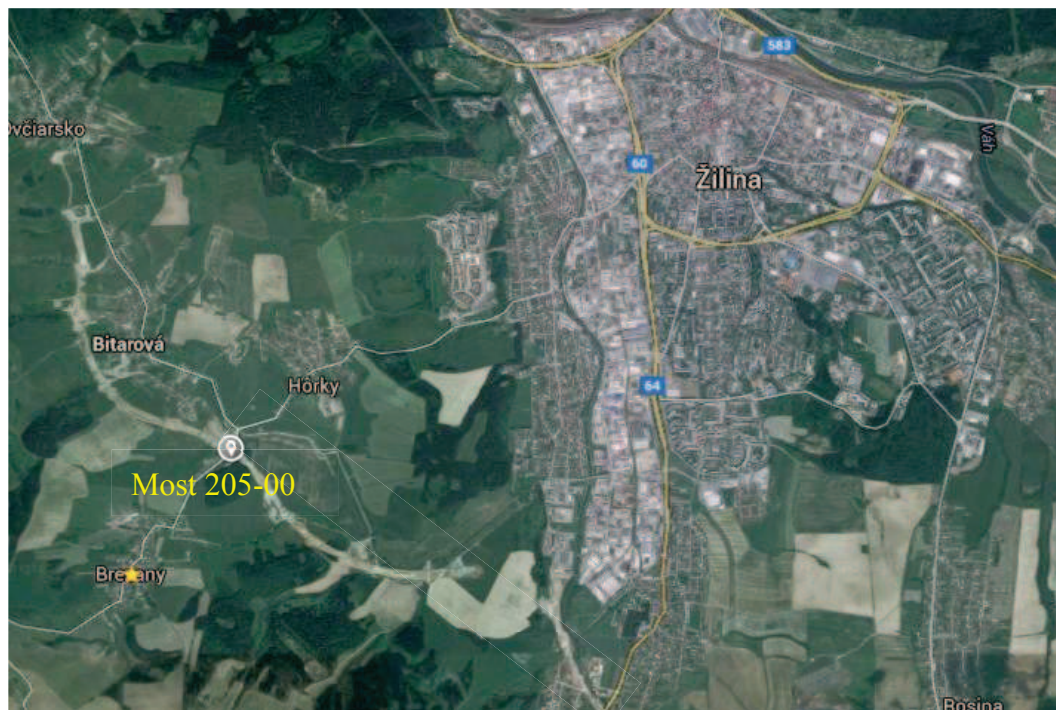
Okres: Žilina

Kraj: Žilinský

Katastrálne územie: Bitarová, Bánová

Druh stavby: Novostavba

Na obrázku 2 je vyznačená lokalita objektu 205-00 s najbližším najväčším sídlom a okolitými obcami.



*Obrázok 2 Lokalita mostu 205-00 [9]*

### 3 INŽINIERSKA GEODÉZIA PRI VÝSTAVBE MOSTOV

V stavebníctve je výstavba mostov považovaná za najvyššiu formu umenia. Pri ich projektovaní sú uplatňované najnovšie technológie, pracovné postupy a takisto materiály. Výstavba mostov sa nikdy nezaobíde bez súčinnosti geodetov, ktorý sa špecializujú na danú problematiku. Sú potrební rovnako pred začatím stavebných prác, počas, ale aj po skončení pre právoplatnú kolaudáciu. [1]

#### 3.1 Mosty

V miestach kde sa výstavba pozemných ciest križuje s kanálmi, vodnými tokmi, roklinami alebo úžľabinami sa z estetického hľadiska a pre plynulý priebeh cestnej komunikácie stavajú mosty. Ich funkcia je teda preklenúť všetky prekážky v teréne. Mosty sú bežnou súčasťou líniových stavieb a sú jedny z najnáročnejších inžinierskych stavieb. [2]

#### 3.2 Charakteristické prvky a časti mosta

Charakteristické prvky líniových stavieb sú:

- Hlavná polohová čiara je časť pôdorysu objektu, ktorá sa tiahne pozdĺž jednej strany komunikácie.
- Hlavná os je pôdorysná os, ktorá vedie súmerne s dĺžkou objektu, určuje umiestnenie zvislých nosných konštrukcii mosta.
- Hlavný bod trasy (HB) bod, ktorý je umiestnený vo vymedzenej vzdialenosti na trase objektu, zvyčajne sa umiestňuje tam, kde je stret dvoch smerových prvkov.
- Hlavný výškový bod je bod, ktorý je mimo stavebného objektu, praktizuje sa z neho výškové vytyčovanie. [3]

Most z konštrukčného hľadiska je objekt skladajúci sa z dvoch základných častí:

- Spodná stavba, ktorú tvorí časť od základovej škáry po ložiská, je to teda základ, opory, piliere, podpery, úložný prah, krídla, závesný múrik, mostný záver.
- Horná stavba zložená z nosnej konštrukcie, mostného zvršku, príslušenstva mostu. Patrí sem aj konštrukcia vozovky, odvodnenie a iné vybavenie. [2]

Na obrázku 3, kde je snímka konštrukcie mosta s vyznačením hornej stavby, kde je vidieť vybudovanú NK pravého mosta a spodnej stavby, na ktorej je umiestnený pravý most a zvyšné piliere sú pripravené pre budovanie NK ľavého mosta.



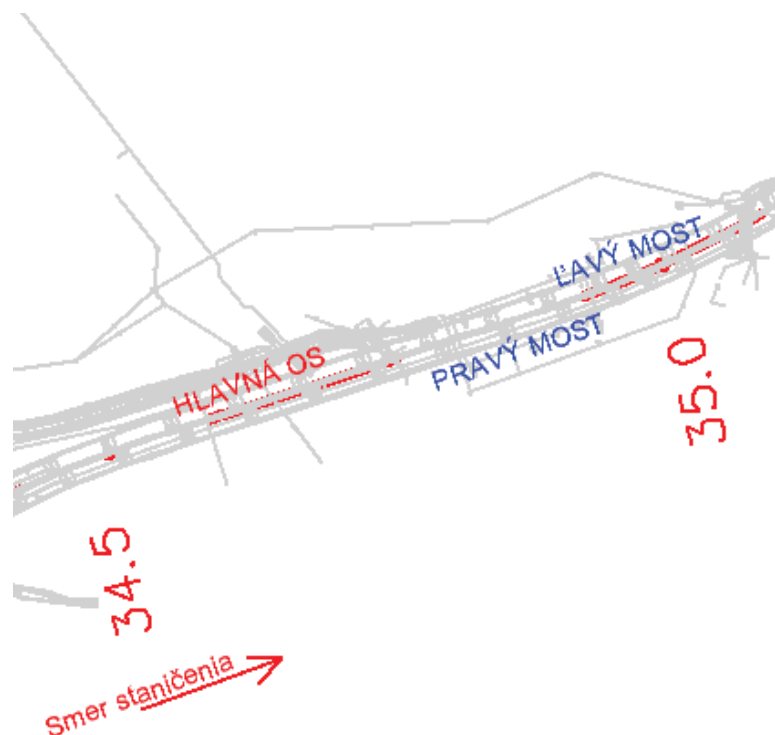
Obrázok 3 Spodná a horná stavba mosta

Mosty vo všeobecnosti rozdeľujeme podľa mnohých aspektov, tie základné rozdelenia sú:

- **rozdelenie podľa účelu :** cestné, železničné, lávky pre peších a špeciálne mosty
- **rozdelenie podľa použitého materiálu:** kamenné, drevené, betónové, železobetónové, predpäté a ocelové
- **rozdelenie podľa statickej konštrukcie:** jednopóľové, viacpóľové, doskové, trémové, oblúkové, zavesené, vysuté
- **rozdelenie podľa technológie realizácie NK:**
  - (a) Prefabrikované
    - nosníky na ložiskách
    - nosníky na úložnej doske
    - segmentové technológie (letmá betonáž)
  - (b) Monolitické
    - betonáž na podpornej konštrukcii
    - betonáž na výsuvnej skruži
    - letmá betonáž
    - betonáž prebiehajúca za oporou [2]

### 3.3 Konštrukcia NK mostu 205-00 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka

Nosná konštrukcia pravého aj ľavého mosta je tvorená 11 poľovým spojitým nosníkom komorového prierezu konštantnej výšky 3,00 m. Ide o konštrukciu z monolitického, dodatočne predpätého betónu komorového prierezu. Obrázok 4 vysvetľuje pojem pravý a ľavý most. Je tu vyznačená hlavná os stavby a staničenia. Pravý a ľavý most určujeme v smere staničenia.



Obrázok 4 Ľavý a pravý most

Na obrázku 5 je snímka z budovania debnenia nosnej konštrukcie hornej stavby na výsuvnej skruži. Je tu zachytené tak ako vonkajšie debnenie tak aj vnútorné a jeho komorový prierez.





*Obrázok 5 Vnútorné a vonkajšie debnenie*

Pozdĺžny sklon nosnej konštrukcie je konštantný  $-2,0\%$ , presne  $-1,995\%$  (klesanie v smere staničenia). Dĺžka ľavej NK je 615,370 m, pravej NK 608,630 m (merané v osi príslušnej NK). 150 mm od bočných hrán nosnej konštrukcie bude do debnenia spodného povrchu vložená lišta 15/15 mm pre vytvorenie žliabku pre odkvapkávanie vody. Lišta bude vložená po celej dĺžke NK. Uloženie nosnej konštrukcie je na všetkých podperách kolmé. Na podperách 6,7 a 8 cez vrubové kĺby, na zvyšných na hrncové ložiská. Nosná konštrukcia bude budovaná etapovo, výstavba bude rozdelená na celkom 22 etáp, etapy 1-11 v rámci výstavby pravej NK a 12-22 v rámci výstavby ľavej NK. Každá etapa bude predstavovať 1 mostné pole. Etapy 1-10 a 12-21 budú budované na výsuvnej skruži systému STRUKTURAS so spodným uložením hlavných nosníkov. Krajné polia budované ako posledná časť príslušnej nosnej konštrukcie budú robené na pevnej skruži. Obrázok 6 zachytil vysunutie výsuvnej skruže a princíp akým je montovaná na piliere.



*Obrázok 6Konštrukcia výsuvnej skruže*

Podperné body pre osadenie výsuvnej skruže budú vždy na pilieri budovanej etapy a na konzole vybudovanej predchádzajúcej etapy. Ako prvá bude betónovaná NK pravého mosta. Postup výstavby bude na pravej NK proti smeru staničenia od opory 12 k opore 1 , na ľavej NK v smere staničenia od opory 1 k opore 12. V každej betónážnej etape bude ponajprv presunutá skruž s vonkajším debnením do potrebnej betónážnej polohy. Po osadení betonárskej a predpínacej výstuže bude prierez betónovaný od priečnikov smerom k voľnému koncu NK.

#### **4 CIEĽ PRÁCE**

Obsahom tejto práce sú geodetické merania v obore inžinierskej geodézie na mostnom objekte 205-00 budovanej diaľnice D1 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka, na ktorých som sa zúčastnila prostredníctvom spoločnosti VÁHOSTAV-SK, a.s. Objekt je situovaný v katastrálnom území Bitarová – Hôrky v oblasti s rozsiahlou vegetáciou. Cieľom geodetických prác bolo nastavenie debnenia nosnej konštrukcie mosta do výškových hodnôt predpísaných projektovou dokumentáciou za účelom ďalšieho pracovného postupu týkajúceho sa budovania nosnej konštrukcie a to vystuženia a následnej betonáže. Debnenie bolo konštruované priamo na spodnej stavbe mosta, teda pilieroch, prostredníctvom výsuvnej skruže. Ďalšie geodetické práce vykonávané za mojej účasti boli realizované po vytvrdnutí betonáže a to kontrolné zameranie nosnej konštrukcie hornej stavby mosta v nastavovaných bodoch pre zistenie rozdielu hodnôt projektovaných a skutkových. Všetky polohové merania boli realizované polárne s využitím voľného stanoviska a výškové nastavenie trigonometricky. Konečný výsledok spracovania obsahuje výškové odchýlky zamerania stavby od projektu.



## 5 NÁLEŽITOSTI GEODETICKEJ PRÍPRAVY

Východiskovým podkladom realizácie výstavby sú územnoplánovacia dokumentácia a stavebné projekty. Tieto dokumenty musia spĺňať určité náležitosti pre geodetické potreby. Hlavnou podmienkou podkladov je jasná a čitateľná forma, jednoznačná priestorová nadväznosť k pevným, stabilizovaným bodom. Ďalšou dôležitou požiadavkou je definícia súradnicového a výškového systému. V súčasnosti sa ako súradnicový systém používa systém S-JTSK a systém pre výškové určenie polohy je využívaný Bpv.

Aby sa čo najlepšie vytýčil projekt z výkresu do terénu treba vykonať geodetickú prípravu vytýčenia, ktorá pozostáva z :

- Podrobným oboznámením sa s projektom
- Číselnej kontroly mier projektu
- Preverenia údajov o pripojení na ŠPS
- Oboznámenia s použitými materiálmi pri prieskumných prácach – geologické prieskumy
- Preverenie bodového poľa a vyznačenie geodetickej siete do výkresovej dokumentácie
- Určenia vytyčovacích prvkov

Ako primárny podklad k vytyčovaniu stavebných objektov v teréne je vytyčovací výkres. Vytyčovací výkres sa môže bližšie definovať ako náčrt slúžiaci k vytýčeniu navrhovaného objektu a jeho častí v mieste, ktoré je určené projektom, objekt sa tak vytýči v daných projektovaných tvaroch a rozmeroch v predpísanej presnosti. Zabezpečenie vytyčovacích výkresov je povinnosťou projektanta.

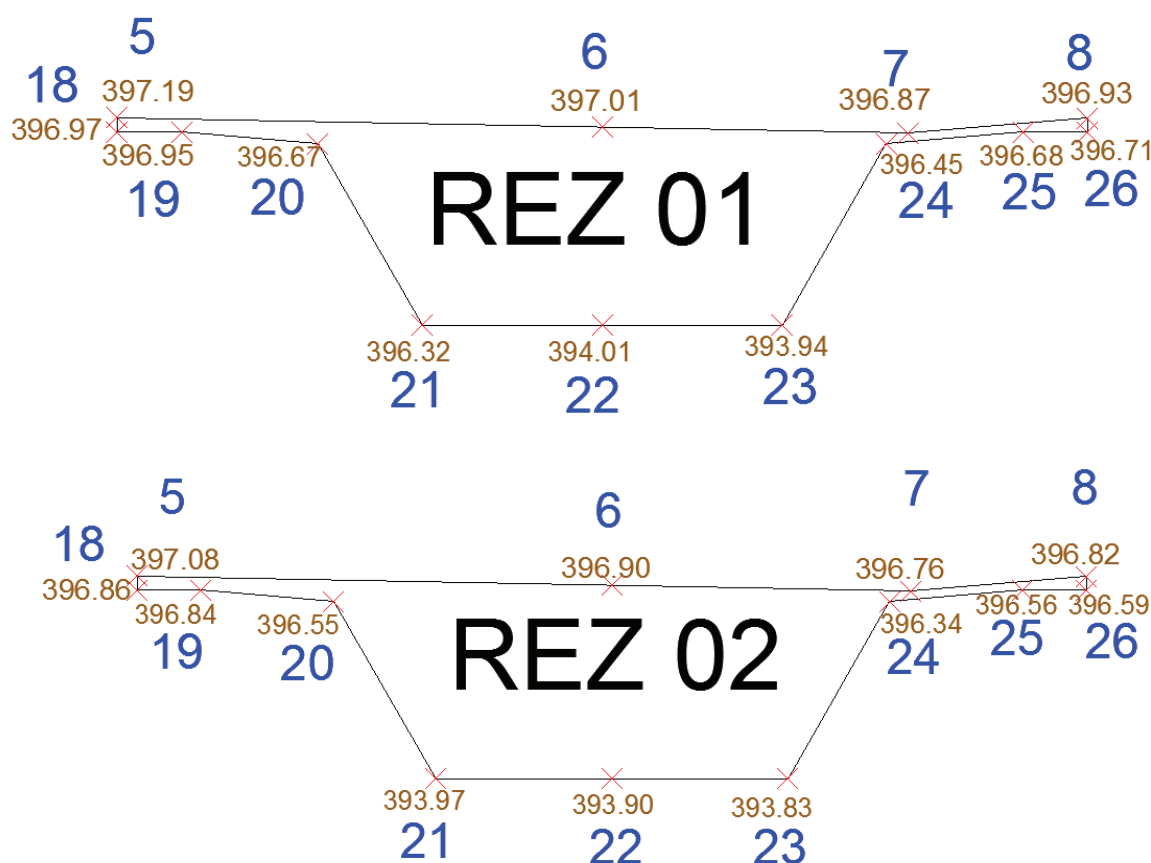
Vytyčovací výkres sa vyhotovuje v takej mierke, aby bol výkres čitateľný, najčastejšie je to mierka 1:500, 1:1000, 1:2000 prípadne 1:5000. Jeho obsahom je vytyčovací sieť, osy a obrysy objektov, vytyčovacie prvky, ktoré sú vo väzbe s existujúcim bodovým poľom, znázornenie orientácie výkresu, definovaný súradnicový a výškový systém. V prípade líniových stavieb sú vo vytyčovacom výkrese znázornené hlavné body, hlavné výškové body, osi objektov, priečne profily, navrhované oblúky a prechodnice.

Vytyčovací výkresy môžeme klasifikovať do dvoch skupín:

- Vytyčovací výkresy priestorovej polohy – vytýčenie prvkov priestorovej polohy objektu, teda hlavnú polohovú čiaru, hlavnú os, hlavné výškové body
- Podrobné vytyčovací výkresy – vytýčenie tvaru a rozmeru na základe vytyčovacích prvkov [4]

## 5.1 Použité podklady

Počas vytyčovania boli všetky vytyčované prvky sprostredkované v projektovej dokumentácii, ktorú vyhotovila projektantka. Táto dokumentácia obsahovala vytyčovací výkres znázornených rezov s číslami bodov a s výslednými hodnotami výšok, ktoré sa nastavovali. Tieto výšky boli vyznačené aj vo forme tabuľky. Na obrázkoch 7 a 8 sú časti vytyčovacích podkladov v grafickej a písomnej forme.



Obrázok 7 Vytyčovací výkres rezov s nadvýšeniami

**Vytýčenie 2. etapy nosnej konštrukcie**

HRANA 05				RELATIVNÍ VÝŠKA	-0,062			
rez	Y [m]	X [m]	Z teoret. [m n.m.]	Nadvýšenie stat. [mm]	staničenie [km]	Sadanie skruže	Opravené o koeficient 1.35	Výsledná hodnota
1	447569,393	1174616,509	397,181	39,9	31,121021	-36	-27	397,194
2	447564,829	1174620,407	397,060	30,9	31,127057	-14	-10	397,081
3	447559,522	1174624,983	396,920	19,2	31,134105	16	12	396,951
4	447554,997	1174628,923	396,799	8,8	31,140140	47	35	396,843
5	447550,489	1174632,883	396,679	-0,6	31,146175	69	51	396,729
6	447545,995	1174636,867	396,558	-5,7	31,152216	83	61	396,614
7	447541,519	1174640,871	396,438	-5,5	31,158255	82	61	396,493
8	447537,658	1174644,354	396,334	-2,2	31,163485	73	54	396,385
9	447533,810	1174647,852	396,229	4,2	31,168715	56	41	396,275
10	447529,972	1174651,368	396,125		31,173950			
11	447527,545	1174653,605	396,059		31,177269			

HRANA 06				RELATIVNÍ VÝŠKA	-0,245			
rez	Y [m]	X [m]	Z teoret. [m n.m.]	Nadvýšenie stat. [mm]	staničenie [km]			
1	447573,929	1174621,545	396,998	39,9	31,121021		-27	397,011

Obrázok 8 Tabuľka s vypočítanými nadvýšeniami

Výšky jednotlivých bodov boli opravené o nadvýšenia. Hodnoty nadvýšení neboli konštantné, ale pre každý nastavovaný bod predstavovali inú hodnotu. Funkciou nadvýšených výškových hodnôt je oprava výšky, ktorú má bod dosiahnuť po vybudovaní celého mosta. Keďže sa most buduje po jednotlivých etapách, nemožno nastavovať výšky, ktoré sú projektované, pretože vplyvom záťaže každej nanovo vybudovanej etapy most pracuje a konštrukcia sa mierne dvíha alebo usadá, z tohto dôvodu sa vytyčujú výšky, ktoré sú nadvýšené, respektíve môžu byť aj podvýšené pod danou projektovanou výškou. Všetky vytyčované rezy s ich vytyčovanými hodnotami a číslami bodov sú zobrazené graficky a písomne v prílohe 2 – Vytyčovací výkres rezov mostovky – nadvýšenia a prílohe 3 – Tabuľka vytyčovaných prvkov – nadvýšenia.

## 6 VYTYČOVACIA SIETĽ

Vytyčovacia sieť tvoria geometrické prvky umožňujúce výstavbu objektov v daných rozmeroch a tvaroch sa vytyčujú z pevných bodov, ktorých poloha je známa, tieto body tvoria vytyčovacia sieť.

### 6.1 Druhy a charakteristika vytyčovacích sietí

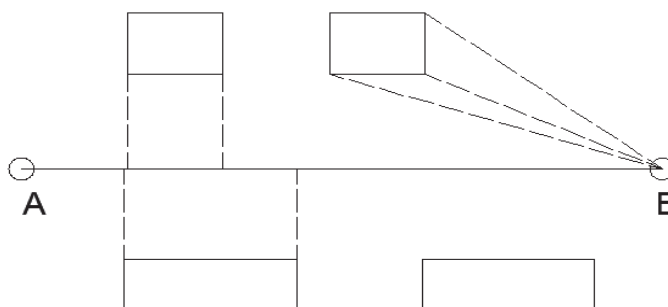
Vybudovanie vytyčovacej siete je prvá činnosť spojená s geodetickými prácami, nasleduje priestorové vytýčenie polohy objektu a podrobné vytýčenie. Základom vytyčovacích sietí je Štátna priestorová sieť (ŠPS) a Štátna nivelačná sieť (ŠNS). Pri vyhotovovaní mapových podkladov je potrebné sa vždy na tieto siete pripojsovať. V prípade zvlášť presných ale rozsiahlych prác, napr. výstavba tunelov a pod., sa používajú miestne trigonometrické siete a miestne podrobné polohové siete. Tvary a druhy vytyčovacích sietí rozlišujeme podľa:

- Tvaru
  - líniové
  - plošné
- spôsobu budovania
  - miestne
  - viazané

Pre vytyčovanie líniových stavieb sa najčastejšie volia vytyčovacie siete:

- vytyčovacia osa, vytyčovacia priamka

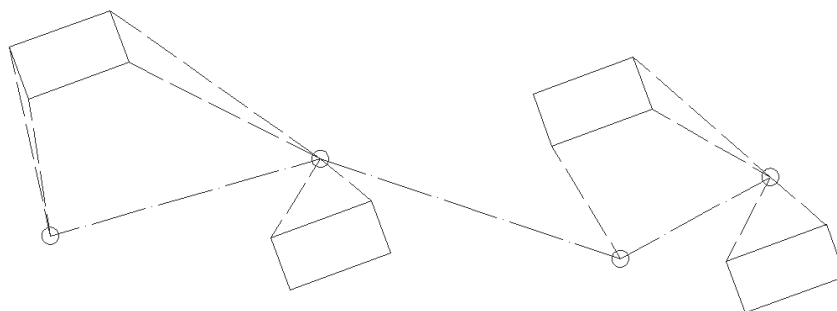
Obrázok 9 vysvetľuje princíp vytyčovacej siete v tvare vytyčovacej priamky a znázorňuje spôsoby akými tu možno merať, teda polárne a ortogonálne.



Obrázok 9 Vytyčovanie pomocou vytyčovacej priamky

- polygónový ťah

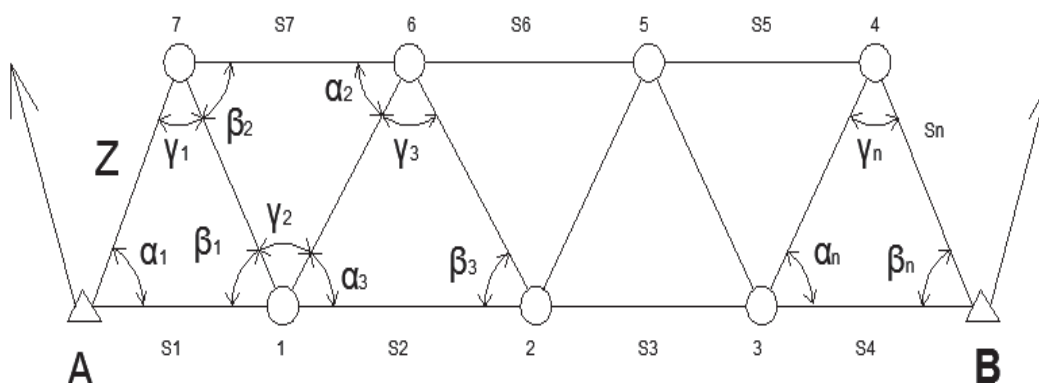
Na obrázku 10 je vysvetlený princíp merania z vytyčovacej siete, ktorá je v tvare polygónového ťahu.



Obrázok 10 Príklad vytyčovacej siete ako polygónového ťahu

- trojuholníkové alebo štvoruholníkové reťazce

Obrázok 11 znázorňuje tvar trojuholníkových reťazcov a princíp akým sú tvorené.



Obrázok 11 Vytyčovací sieť ako trojuholníkový reťazec

Typ vytyčovacej siete volíme podľa tvaru, rozlohy, požadovanej presnosti vytyčovania polohy a výšok objektov a technickej náročnosti projektovanej výstavby. Ak je to nutné, je možné použiť kombináciu jednotlivých druhov vytyčovacích sietí, čím môžeme určitým systémom rozšíriť vytyčovací priamku alebo osu systémom kolmíc a rovnobežiek na plošnú vytyčovací sieť.

Ďalej delíme vytyčovací siete z hľadiska významu:

- Základné vytyčovací siete (ZVS)
- Podrobné vytyčovací siete [4]

## 6.2 Zásady budovania polohových vytyčovacích sietí

Ako už bolo uvedené v predchádzajúcej kapitole, vytyčovacie siete delíme na základné, z ktorých vytyčujeme priestorovú polohu stavebných objektov a podrobné, z ktorých vytyčovaním určujeme tvar a rozmer objektov.

Základná vytyčovacia sieť (ZVS) je zložená skupinou bodov určených polohovo aj výškovo, ktoré sú rozložené vhodne do geodetických tvarov v okolí staveniska. Geodetické tvary vytyčovacej siete volíme v závislosti na rozsah výstavby, zložitosti, požadovanej presnosti a zvolenú metódu vytyčovania. Treba prihliadať aj k členitosti terénu, porastom v danej lokalite a v neposlednom rade na priebeh stavebných prác, aby v dôsledku nich neboli pevne stabilizované body zničené. Základná vytyčovacia sieť je vždy budovaná pred začatím stavebných prác.

Podrobná vytyčovacia sieť je rovnako ako ZVS budovaná v predstihu pred zahájením výstavby, v niektorých prípadoch po jednotlivých etapách. Pri výstavbe sa budovanie odvíja zo základnej vytyčovacej siete, rozmiestnenie bodov je volené znova tak, aby nebolo narušené v priebehu prác. Ďalej musíme dbať na vzájomnú viditeľnosť medzi susednými bodmi.

Presnosť vytyčovaných bodov s ohľadom na metódu ich vytýčenia je závislá na presnosti akou sú určené body vytyčovacej siete. Máme tri možnosti spôsobu vytýčenia pri využití bodov vytyčovacej siete:

- Vytýčenie bodov stavebného objektu z jedného stanoviska vytyčovacej siete. Pri tomto spôsobe sa potencionálna nepresnosť vytyčovacej siete neodráža na rozmeroch objektu. Môžeme sem zaradiť napríklad metódu polárnych súradníc.
- Vytýčenie z dvoch susedných bodov vytyčovacej siete alebo z koncových bodov vytyčovacej priamky, kedy sa presnosť použitých bodov preniesie do vytyčovaného objektu.
- Vytýčenie z bodov vytyčovacej siete ležiacich susedne a oproti sebe, pri ktorom je presnosť vytyčovaných bodov a tvar a rozmery stavebného objektu výrazne ovplyvnená presnosťou akou boli určené body vytyčovacej siete.

Z tohto hľadiska je nutné voliť body vytyčovacej siete v čo najmenšom možnom počte a s presnosťou, ktorá je vyššia ako požadovaná presnosť vytyčovania daného

stavebného objektu. Pri jej voľbe musíme počítať s metódou vytyčovania, ktorú sa chystáme aplikovať a s meračskou technikou, ktorú použijeme na vytýčenie. [4]

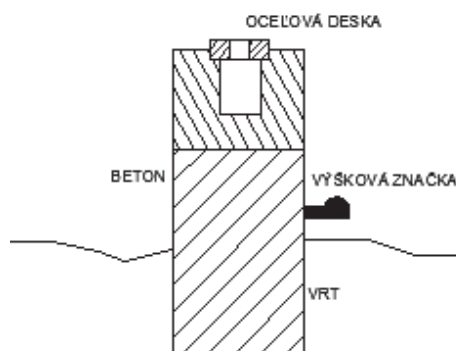
### 6.3 Stabilizácia a ochrana bodov vytyčovacej siete

Body základnej vytyčovacej siete sa stabilizujú ťažkou stabilizáciou a trvalo, najčastejšie sa používajú betónové blok 50cm × 50 cm × 100 cm, v niektorých prípadoch až 200 cm v závislosti na druhu pôdy, do ktorej chceme betónový blok osadiť. Pre dostredenie prístroja nad značku je na jej vrchu zapustená kovová doštička, trubka alebo klinec, respektíve oceľová tyč. Pri stabilizácii je možné využiť aj kanalizačné rúry s prierezom o priemere 60 cm, tie sa uložia do vykopanej jamy a vyplnia sa betónom, na vrch sa opäť umiestni znak do ktorého sa vyznačí presná poloha bodu krížikom. Na obrázku 12 je grafický znázornený prierez betónového bloku.



Obrázok 12 Stabilizácia bodu siete betónovým blokom

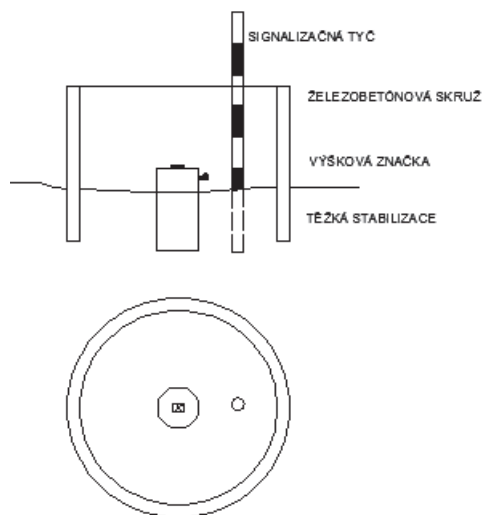
V prípade inžinierskych stavieb môže stabilizácia bodov základnej vytyčovacej siete predstavovať aj stanovisko s nútenou centráciou teodolitu. Výška pilierov býva stanovená od 1,35 m do 3,60 m nad terénom, tak aby bola zaistená medzi bodmi priama viditeľnosť nad všetkými prekážkami v teréne. Hlava piliera je vybavená podložkou s otvorom pre presnú centráciu a pripevnenie prístroja. Na obrázku 13 je vykreslený prierez piliera s čapovou značkou osadenou do boku piliera.



Obrázok 13 Stabilizácia v pažnom vrte

Stabilizácia bodov podrobnej vytyčovacej siete môže byť ľahká alebo ťažká. Ľahká stabilizácia je najčastejšie realizovaná trúbkami alebo oceľovými tyčami, ktoré sa zabetónujú do blokov o rozmeroch 30 cm × 30 cm.

K všetkým bodom sa ochrana buduje okamžite po ich stabilizácii. Dôležité body stavebných objektov sa chránia pomocou betónových skruží s prierezom o priemere 100 cm a výšky takisto 100 cm. Používa sa tiež tyč dlhá 2 m, umiestnená vo vzdialenosti 0,75 m, tak aby neprekážala vo viditeľnosti meraných smerov. Tyč je zabetónovaná, natretá striedavým modro-žltým náterom s tabuľkou na konci s výstražným upozornením. Na obrázku 14 je graficky rezom aj z hornej perspektívy vykreslená situácia ochrany bodu. [4]



Obrázok 14 Ochrana stabilizácie bodu ZVS betónovou skružou



## 6.4 Metódy budovania vytyčovacích sietí

Metódy zhust'ovania bodového poľa, alebo teda aj tvorbu vytyčovacej siete volíme s ohľadom na požadovanú presnosť vytyčenia objektu, ktorá je daná projektom. Vo všeobecnosti môžeme tieto metódy rozdeliť na terestrické a družicové.

Medzi terestrické metódy určovania polohy patrí:

- trigonometrické metódy
  - pretínanie napred
  - pretínanie metódou prechodného stanoviska
  - trojuholníkové reťazce
  - pretínanie vzad
- polygonálne metódy
  - voľný polygónový ťah
  - uzavretý polygónový ťah
  - votknutý polygónový ťah
  - obojstranne pripojený a obojstranne orientovaný polygónový ťah
  - obojstranne pripojený a jednostranne orientovaný polygónový ťah

Keďže družicové metódy nie je možné použiť v akomkoľvek prostredí a za každých podmienok, terestrické metódy sú stále aktuálnym spôsobom polohového určenia bodov. A však v dnešnej dobe sa spravidla základné body určujú výlučne družicovými metódami a to metódou GNSS, čo v preklade znamená globálny navigačný satelitný systém.

Meranie pomocou metódy GNSS sa vykonáva v referenčnom systéme WGS-84, ktorý však nemá dostatočujúcu presnosť. Pre tento problém bola vyvinutá štátna priestorová sieť (ŠPS), dôvod budovania tejto podpory bol ten, že štátna trigonometrická sieť (ŠTS) prestáva vyhovovať novodobému technickému vybaveniu, ktoré je pri meraní schopné dosahovať presnosť vyššiu ako má ŠTS, čím sa výsledky po pripojení na body ŠTS znehodnocujú. Body ŠPS sú určené v Európskom referenčnom systéme – ETRS 89, pričom vzťah medzi ETRS 89 a S-JTSK je jednoznačne definovaný.

Veľkou súčasťou satelitných meraní je Slovenská priestorová observačná služba (SKPOS). Táto služba má celkom 21 staníc a veľmi významne ovplyvňuje presnosť

určenia polohy v záväznom súradnicovom systéme. Súradnice sú určované jedným prijímačom, ktorý sa pohybuje po bodoch.

Signály GNSS:

- GPS
- GLONASS
- Galileo

Pri určovaní presnej polohy metódou GPS musíme dôkladne zvážiť dostupnú techniku, požadovanú presnosť, ale takisto aj podmienok na meranie.

Metódy GPS merania:

- statická
- rýchla statická
- metóda Stop and GO
- RTK – meranie v reálnom čase

Výsledná presnosť určených parametrov závisí v konečnom dôsledku aj od konfigurácie satelitov, pričom je podmienkou aby v čase merania 15° nad obzorom neboli kladené žiadne prekážky medzi satelit a prijímač. [5]

## 6.5 Postup budovania vytyčovacej siete mostného objektu 205-00

Pri určení vytyčovacej siete objektu 205-00 D1 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka boli realizované geodetické práce za účelom určenia parametrov bodov lokálnej vytyčovacej siete 1. a 2 rádu, ktoré sú určené pre stavebné účely. Lokálna vytyčovací sieť je tvorená vybranými bodmi základnej vytyčovacej siete (ZVS) a nové body podrobnej vytyčovacej siete (PVS). Pri určovaní novo stabilizovaných bodov sa vychádzalo zo základnej vytyčovacej siete (ZVS).

Polohové meranie bolo realizované v súradnicovom systéme Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej S-JTSK03 a následne sa transformovali do systému S-JTSK. Polohové súradnice boli teda interpretované v systéme S-JTSK a výškové meranie prebehlo v Baltskom výškovom systéme po vyrovnaní (Bpv).

Stabilizácia bodov základnej vytyčovacej siete stavby bola realizovaná pomocou hlboko zabetónovaných pilierov s nútenou centráciou a s čapovou značkou alebo

pažnicami s osadenými klincovými značkami. Na obrázku 15 sú podrobne odfotografované časti stabilizácie hlboko zabetónovaného piliera, je tu vidieť vyznačenie čapovej značky na pilieri a vrch piliera, ktorý je určený pre stabilizáciu prístroja nútenou centráciou, alebo pre umiestnenie odrazového terča.



*Obrázok 15 Stabilizácia zabetónovaným pilierom s nútenou centráciou*

Na Obrázku 16 je vidieť spôsob stabilizácie pažnicou a tiež spôsob jej signalizácie pre účel merania a ochrana prostredníctvom tyče s výstražnou formulkou.



*Obrázok 16 Stabilizácia pažnicou*

Meranie bodov lokálnej vytyčovacej siete bolo realizované prístrojom Leica Viva TS15. s automatickou registráciou nameraných údajov a súpravou 6 odrazných hranolových terčov s rektifikovanými podložkami pre závislú centráciu. Výrobca udáva u tohoto typu prístroja štandardnú odchýlku meraného smeru  $m_\alpha \leq \pm 0.3''$  a dĺžky  $m_D \leq (1\text{mm} + 1.5\text{ppm})$ . Vodorovné dĺžky boli merané obojsmerne, vodorovné smery boli merané minimálne v dvoch skupinách. Medzi bodmi LVS, kde nebola priama viditeľnosť, sa meralo z voľných stanovišok. Počas merania bola registrovaná teplota a atmosférický tlak.

Pri spracovaní terestrických meraní je potrebná redukcia meraných veličín na výpočtovú plochu. Pri dĺžkach sme uvažili nasledovné redukcie:

- fyzikálna redukcia meraných šikmých dĺžok
- matematická redukcia dĺžok na referenčný elipsoid
- matematická redukcia elipsoidickej dĺžky na dĺžku v kartografickej rovine JTSK.

Výškové meranie bolo realizované presnou obojsmernou geometrickou niveláciou zo stredy zamerali novovybudované body LVS vzhľadom na stabilné body ZVS.

Na meranie sa použil digitálny nivelačný prístroj Topcon DL101C a kódové invarové laty, ktorých výrobcom udávaná jednotková kilometrová chyba opakovanej nivelácie je 0,4 mm/km.

Merané prevýšenia sa analyzovali a spracovali v programe Nivelácia. Meraním bola dosiahnutá presnosť opakovaného prevýšenia 0,56 mm/km. Nadmorské výšky sa vypočítali vo viazanej sieti so strednou chybou menšou ako 1 mm voči najbližším stabilným bodom ZVS, opravy meraných prevýšení boli menšie ako 1 mm. Na obrázku 17 je vyznačenie rozloženia vytyčovacej siete objektu.



Obrázok 17 Lokálna vytyčovacia sieť

Keďže LVS je využívaná pri stavebnom objekte neustále a po dlhú dobu je nevyhnutné parametre bodov kontrolne premeriavať. Náčrt vytyčovacej siete so zoznamom súradníc sú zobrazené v prílohe 1 – Náčrt vytyčovacej siete.

## 7 METÓDY VYTYČOVANIA

Vytyčovanie vo všeobecnosti znamená geodetický úkon, pri ktorom sa v teréne pomocou geometrických prvkov prostredníctvom geodetických značiek vyznačia konkrétne body. Samotné vytyčovanie môžeme rozdeliť do dvoch základných skupín:

- polohové vytyčovanie
- výškové vytyčovanie

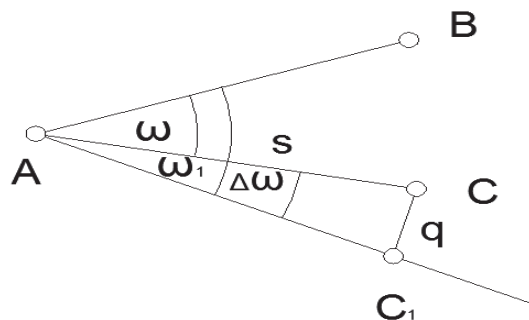
### 7.1 Polohové meranie a metódy vytyčovania

Polohové vytýčenie spočíva vo vytýčení polohy bodu vo vodorovnej rovine, čo znamená vytýčenie vodorovného uhlu a vodorovnej dĺžky. Vytýčenie dĺžky a uhlu patrí k jedným z najjednoduchších a najzákladnejších meračských úkonov. Spôsob vytýčenia sa volí s ohľadom na požadovanú presnosť a takisto sa musí zväžiť prihliadnutie na opravy vyplývajúce z komparácie dĺžkomerov, z klimatických zmien, zo síl vyvíjaných na napínanie pásma a pod.

Pri meraní dĺžky sa dbá na kontrolné vytýčenie, čiže dĺžka sa vytyčuje minimálne dvakrát. Vzdialenosť sa vytýči najprv približne na cm, potom sa odmeria hodnota vytýčenej dĺžky, ktorá sa opraví na projektovanú dĺžku a opätovným meraním sa zistí jej skutočná hodnota.

Ak sa vytyčujú uhly používa sa zväčša teodolit a vytyčuje sa v dvoch polohách ďalekohľadu. Ak ide o presné vytýčenie postup je taký, že najprv sa vytýči uhol  $\omega$  v jednej polohe ďalekohľadu, môže sa označiť ako  $\omega_1$  a vytýčený bod ako  $C_1$ . Uhol  $\omega_1$  zmeriame v dvoch polohách ďalekohľadu (ak ide o veľmi presné vytýčenie tak sa meria vo viacerých skupinách) a z rozdielu uhlu projektovaného a uhlu meraného  $\omega - \omega_1 = \Delta\omega$  sa vypočíta priečna polohová odchýlka  $q = s \frac{\Delta\omega}{\rho}$ . O túto hodnotu sa bod posunie v smere kolmom na zámeru. Na obrázku je znázornený princíp presného vytýčenia uhlu. Obrázok 15 znázorňuje postup presného vytýčenia uhlu a spôsob vynesenie priečného posunu  $q$ .



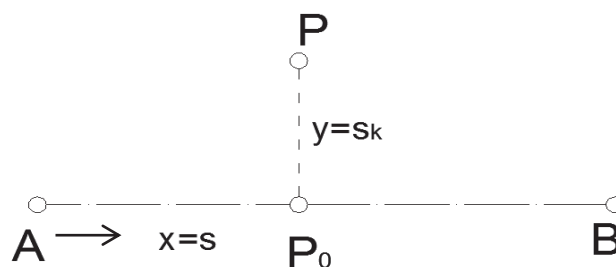


Obrázok 18 Presné vytýčenie uhla

Vytýčenie bodu môžeme realizovať viacerými spôsobmi:

- pravouhlými súradnicami
- polárnymi súradnicami
- pretínaním napred z uhlov
- pretínaním z dĺžok

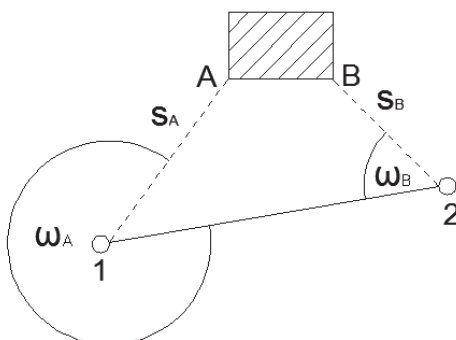
Pri presnom vytýčení bodu **pravouhlými súradnicami** sa využívajú pravé uhly. Vytýčovaný bod sa najskôr predbežne vytýči na vytyčovaciu priamku zaradením medzi jej dva koncové body pomocou pentagonu, teodolitu alebo vizuálne a pásmom sa vytýči dĺžka od počiatočného bodu. Získa sa tak bod  $P_0$ , kolmica  $y = s_k$  na spojnicu AB cez bod  $P_0$  sa vytýči teodolitom alebo pentagonom. Takýmto spôsobom sa vytýči bod P prostredníctvom pravouhlých (ortogonálnych) súradníc. Na obrázku 19 je vyznačený smer nanášania hodnoty  $x$  v smere staničenia a kolmice  $y$ .



Obrázok 19 Ortogonálna metóda

**Polárna metóda** pre vytýčenie bodu využíva ako vytyčovacie prvky vodorovný uhol a vodorovnú dĺžku. Podmienkou sú dva známe body, medzi ktorými je viditeľnosť a ktoré sú aj pri samotnom meraní orientáciou. Samotné vytýčenie teda prebieha tak, že prístroj sa stavia na jeden bod, orientácia sa nastavuje na druhý bod nastaví sa vytyčovaný

uhol a a v tomto smere sa zmeria vytyčovaná dĺžka. Na obrázku 20 je vyznačený princíp polárnej metódy, vytýčenie uhlu a následne dĺžky.



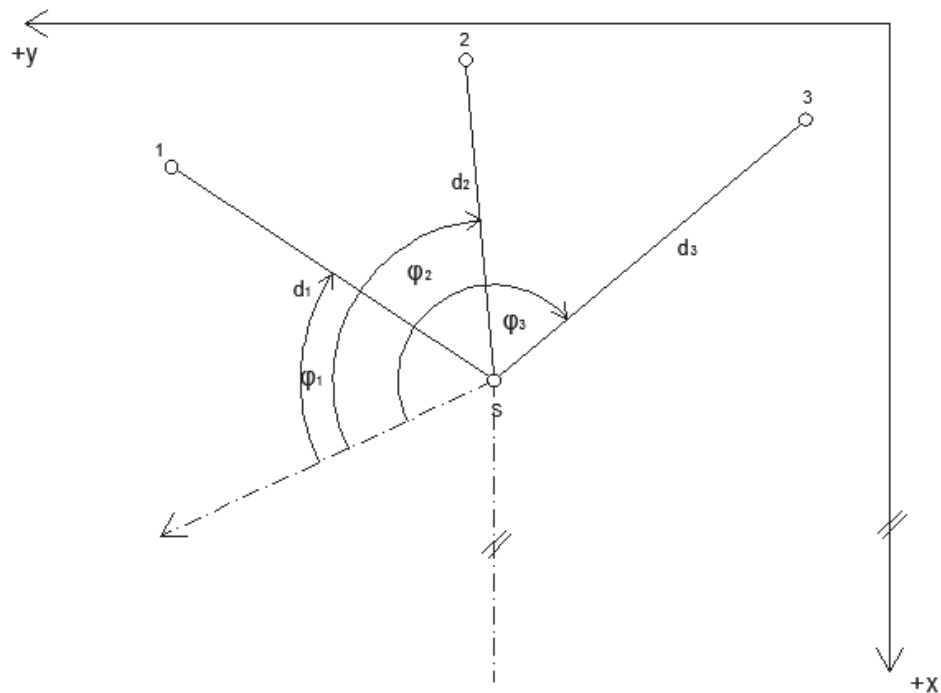
Obrázok 20 Polárna metóda

Polárna metóda sa môže ďalej praktizovať dvoma spôsobmi a to z hľadiska druhu stanoviska. [3]

- **Pevné stanovisko** (prístroj je postavený nad známym bodom)
- **Voľné stanovisko** (prístroj je postavený nad neznámym bodom)

Voľné stanovisko je metóda polárnych súradníc, pri ktorej sa využívajú produkty modernej techniky a prístrojového vybavenia. Využitie voľného stanoviska umožňuje flexibilnú voľbu stanoviska, na miestach najvhodnejších pre komfortné meranie bez viazanosti na pevné stanovisko. Pri voľbe voľného stanoviska je podmienkou dostatočné husté bodové pole v jeho okolí. Voľné stanovisko je výhodné hlavne na stavebných objektoch kde by sa s postupujúcou výstavbou pevné stanoviská zničili, preto sa body vytyčovacej siete stabilizujú v bezpečnej vzdialenosti a meria sa z voľného stanoviska. [6] Na obrázku 21 je graficky zakreslený princíp voľného stanoviska, kde stanovisko je polohovo neznáme a orientuje sa z neho na tri orientačné body, ktoré sú polohovo známe.





Obrázok 21 Volné stanovisko

## 7.2 Výškové meranie a metódy vytyčovania

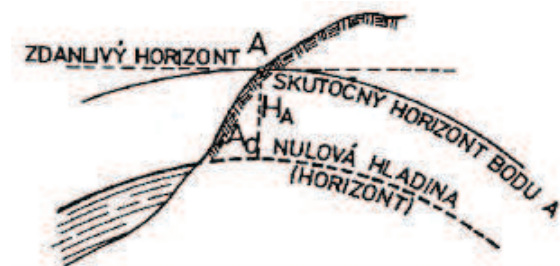
Hlavným produktom výškového vytyčovania sú body stabilizované značkami, pomocou ktorých sa objekty umiestnia v teréne do projektovanej výšky a postupne sa pomocou nich budujú vo zvislom smere.

Ako podklad pre výškové vytyčovanie sa používa výškové bodové pole, ktoré je budované pred samotným vytýčením a výstavbou projektu. Prvky alebo údaje o výškových bodoch, pomocou ktorých je možné výškovy vytyčovať sú nadmorské výšky a relatívne výšky.

Nadmorské výšky – vertikálne vzdialenosti od strednej hladiny mora merané pozdĺž ťažnice

Relatívne výšky – sú to výšky vzťahované k inej nulovej ploche ako k strednej hladine mora, sú to výškové rozdiely respektíve prevýšenia.

Na obrázku 22 je vysvetlený vzťah medzi skutočným a zdanlivým horizontom a naznačenie nadmorskej výšky bodu.



Obrázok 22 Absolútna výška bodu

Pri výškovom vytyčovaní sa používajú tieto metódy:

- geometrická nivelácia
- trigonometrická nivelácia
- iné (hydrostatická nivelácia, barometrické meranie výšok)

Najčastejšie používanými metódami sú geometrická nivelácia a trigonometrická nivelácia. [4]

**Geometrická nivelácia** zo stredu je presná metóda, ktorá slúži na zistenie výškového rozdielu medzi dvoma bodmi.

Postup a pomôcky pri nivelácii volíme s ohľadom na požadovanú presnosť.

Rozdelenie nivelácie podľa presnosti:

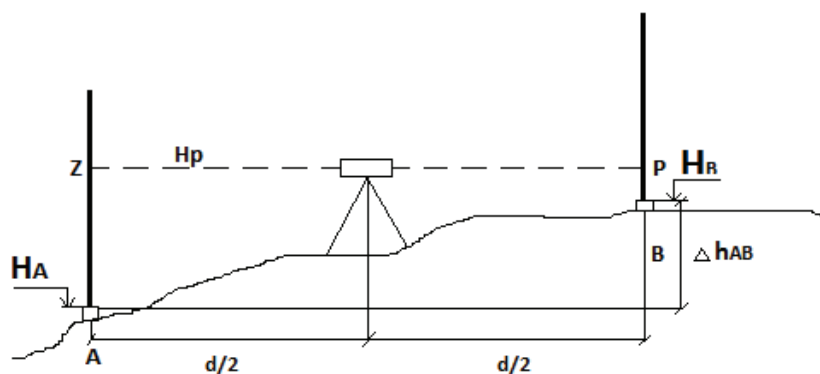
- Technická nivelácia - využívajú sa tie najjednoduchšie nivelačné pomôcky. Meria sa ťahom, alebo plošnou niveláciou.
- Presná nivelácia - využíva sa pri meraní štátnych nivelačných sietí. Obyčajná nivelačná lata sa vymení za dvojicu invarových lát, ktoré majú dve stupnice – ľavú a pravú. Čítanie sa realizuje v poradí zámera vzad na ľavú stupnicu, vpred ľavá stupnica, vpred pravá a vzad pravá stupnica. Stupnice latty sú posunuté o tzv. latovú konštantu s hodnotou 60650.
- Veľmi presná nivelácia - ťahová nivelácia predpísaná pre nivelačné siete 1. a 2. rádu, technológia meranie je obdobná ako pri presnej nivelácii.
- Zvlášť presná nivelácia - pri veľmi presnej nivelácii platia rovnaké pravidlá ako pri presnej nivelácii s rozdielom čítania na látech, kedy sa prihliada na párne a nepárne stanovisko.

V tabuľke 1 je rozdelenie nivelácie presnosti a vyznačenie maximálnej dovolenej odchýlky, maximálnej dĺžky zámery, minimálnej výšky zámery nad horizontom, spôsob merania vzdialenosti a princíp časového rozloženia meraní.

Tabuľka 1 Rozdelenie nivelácie podľa presnosti a technológie merania

Typ	$\rho_{\text{MAX}}$	Dĺžka zámer	Výška zámery	čítanie	Meranie vzdialenosti	Doba merania
TN	$20-40\sqrt{R}$	70m	0,3m	ZP	krokováním	-
PN	$3-5\sqrt{R}$	50m	0,5m	LLPP	meraním	rovnaký deň iný čas
VPN	$2,25\sqrt{R}$	40m	0,8m	LLPP	meraním	iný deň iný čas
ZPN	$1,5\sqrt{R}$	35m	0,8m	LLPP ZPPZ LLPPP PZZP	meraním	iný deň iný čas

Pri meraní nivelačnou metódou sa pracuje s vodorovnou zámernou priamkou, pomocou ktorej odčítavame čítania na zvislých latách, pričom vychádzame vždy z bodu so známou nadmorskou výškou. Pokiaľ nie je vzdialenosť a prevýšenie medzi dvoma bodmi príliš veľké stačí použiť jednu nivelačnú zostavu, ktorá predstavuje schému lata, prístroj, lata. Na obrázku 23 je znázornená schéma nivelačnej zostavy, z – zámery vzad, p – zámery vpred,  $H_A$ ,  $H_B$  – nadmorské výšky bodov A,B, d – vzdialenosť medzi bodmi A,B,  $H_p$  – výška horizontu prístroja,  $\Delta h_{AB}$  – prevýšenie medzi bodmi A,B

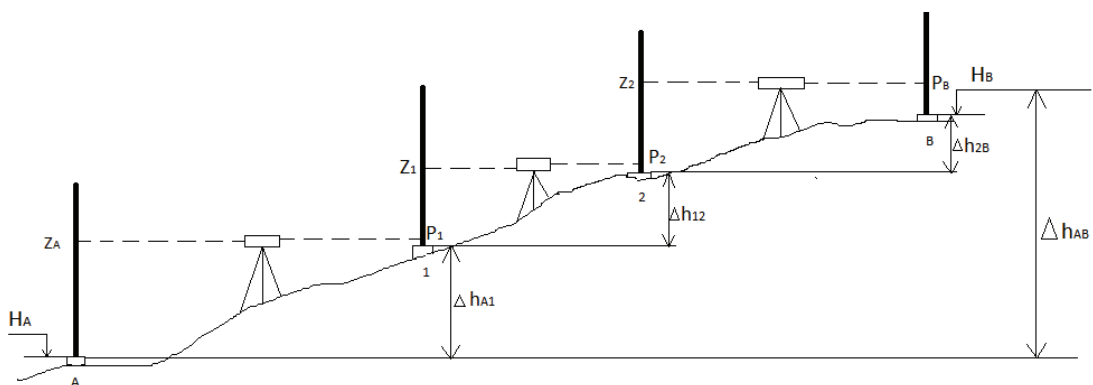


Obrázok 23 Princíp geometrickej nivelácie zo stredy (jedna nivelačná zostava)

Medzi dva body sa postaví prístroj, ktorým sa zmeria zámerna vzd  $Z$  a zámerna vpred  $P$  na zvislých latách, ktoré sú stavané priamo na určovaný a známy bod. Ak je nadmorská výška  $H_A$  bodu  $A$  známa, potom pre výpočet výšky  $H_B$  na bode  $B$  platí:

$$H_B = H_A + Z - P \quad (1)$$

Pokiaľ je vzdialenosť, alebo prevýšenie medzi známym a určeným bodom veľká, používa sa väčší počet zostáv. Viac zostáv za sebou tvoria nivelačný ťah. Na prestavových bodoch sa použije ako dočasná stabilizácia prestavová podložka. Na obrázku 24 je graficky vykreslený princíp merania nivelačného ťahu teda využitie viacerých zostáv.

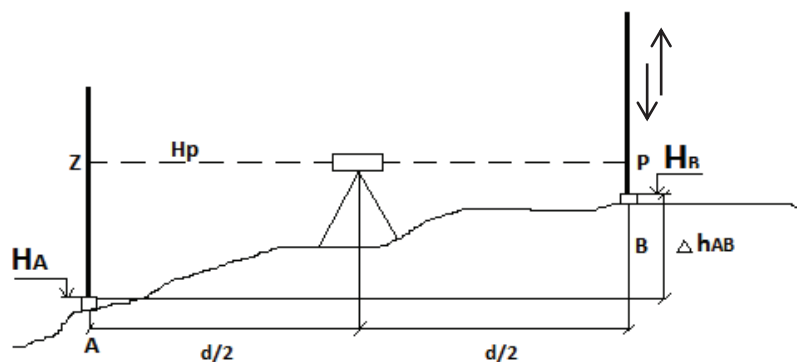


Obrázok 24 Geometrická nivelácia zo stredu na väčšiu vzdialenosť (niveláčny ťah)

$$H_B = H_A + \sum Z - \sum P \quad (2)$$

Takýmto spôsobom sa zisťuje výška bodu, pri vytyčení projektovanej výšky je postup rovnaký s tým rozdielom, že na vytyčovanom bode figurant pohybuje s latou vo zvislom smere až pokiaľ na nivelačnej late prístrojom nečítame čítanie, ktoré sa vypočíta ako rozdiel výšky prístroja a projektovanej výšky.

Na obrázku 25 je vyznačená nivelačná zostava pri vytyčovaní projektovanej výšky a šípkami je znázornený pohyb nivelačnej laty pre potrebu získania vypočítaného latového úseku P.



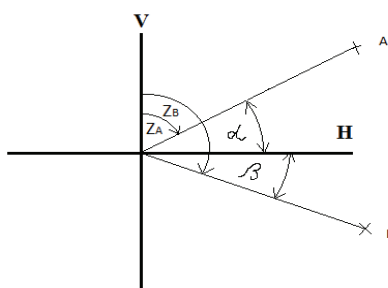
Obrázok 25 Princíp výškového vytyčovania niveláciou

$$H_p = H_A + l_z \quad (3)$$

$$l_p = H_p - H_B \quad (4)$$

Ďalšou z metód, prostredníctvom ktorej sme schopní merať nadmorské výšky a určovať prevýšenia medzi bodmi je **trigonometrická nivelácia**. Metóda je využívaná hlavne v miestach so sťaženou dostupnosťou, alebo v prípadoch kedy je medzi určenými bodmi veľmi veľké prevýšenie. Merané prvky trigonometrickej nivelácie sú uhly (vertikálne), dĺžky, výšky cieľov. Výškový rozdiel je určený z nameraných prvkov s využitím pravouhlého trojuholníka. Presnosť trigonometrickej nivelácie môže dosiahnuť presnosti technickej nivelácie za predpokladu využitia elektronického teodolitu.

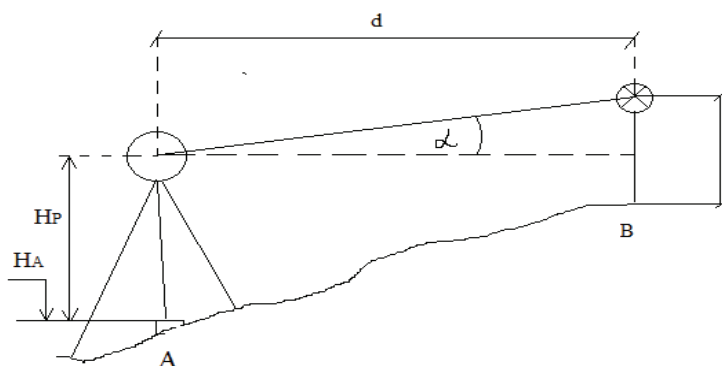
Na obrázku 26 je vyznačená horizontálna a zvislá os prístroja a zvislé uhly. Pokiaľ je delenie výškového kruhu od zvislej osi teodolitu sú merané uhly od tejto osi po daný bod a tieto uhly sa nazývajú zenitové. Ak delenie výškového kruhu začína nulou v horizontálnej osi teodolitu merajú sa výškové alebo hĺbkové uhly v závislosti na polohy zámery vzhľadom na horizontálnu os.



Obrázok 26 Delenie zvislého kruhu teodolitu

Na rozdiel od geometrickej nivelácie pri trigonometrickej nivelácii je možné prístroj stavať medzi dva body, ktorých výšku chceme určiť, ale aj priamo nad bod so známou nadmorskou výškou a z neho merať na určovaný bod.

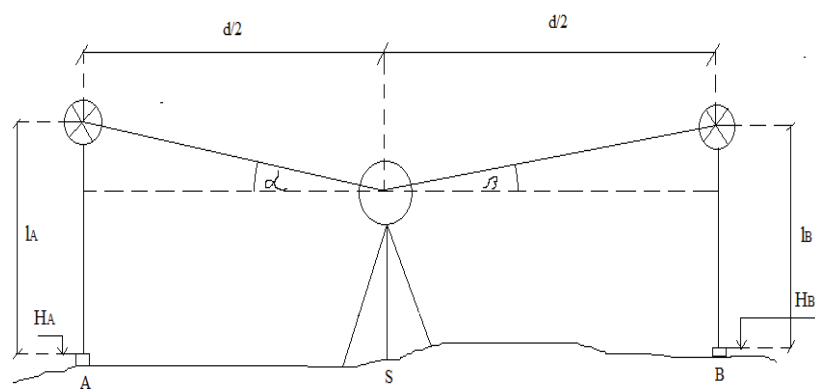
Pri trigonometrickej nivelácii, v prípade že je prístroj stavaný nad bod so známou nadmorskou výškou  $H_A$ , postupujeme tak, že sa cieľi na terčik, alebo odrazový hranol, ktorý má výšku  $l$ . Zmeriame dĺžku  $d$  buď pásmom, alebo elektronicky, výšku prístroja  $H_p$  pásmom od hlavy značky bodu po otočnú os ďalekohľadu. Z nameraných údajov počítame výšku bodu B. Na obrázku 27 je zakreslená schéma merania výšky trigonometricky s prístrojom na známom bode a merané veličiny.



Obrázok 27 Princíp trigonometrickej nivelácie (prístroj je nad bodom)

$$H_B = H_A + H_p - l + d \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (5)$$

Pri trigonometrickej nivelácii, kedy je prístroj stavaný spôsobom voľného stanoviska približne do stredu medzi dva určované body nie je potrebné merať výšku prístroja, merané prvky z ktorých vychádzame a realizujeme výpočet sú dĺžky od stanoviska po určovaný bod, vertikálne uhly. Obrázok 28 vysvetľuje trigonometrickú niveláciu, kedy prístroj je umiestnený medzi určovanými bodmi.



Obrázok 28 Princíp trigonometrickej nivelácie (prístroj medzi určenými bodmi)

$$H_B = H_A + l_A - d/2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + d/2 \cdot \operatorname{tg} \beta - l_B \quad (6)$$

## 8 VLASTNÉ MERANIE

Realizácia geodetických prác týkajúcich sa mojej bakalárskej práce mi bola umožnená firmou VÁHOSTAV-SK, a.s. na mostnom objekte s označením 205-00, ktorý je súčasťou diaľnice D1 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka. Geodetické práce sa zaoberali výškovým nastavením debnenia a kontrolným zameraním po betonáži. Debnenie bolo konštruované na výsuvnej skruži namontovanej priamo na pilieroch 2. etapy mosta.

Keď sa konštrukcia skruže vysúvala medzi piliere bola zároveň s prácami nastavovaná polohovo, preto za mojej účasti bolo treba nastaviť debnenie už len vo zvislej polohe aby bolo pripravené na betonáž.

### 8.1 Použité pomôcky

Počas všetkých geodetických prác bol na stavebnom objekte používaný jeden prístroj a to totálna stanica Leica TCR 1201 R300. Na obrázku 29 je fotografia použitého prístroja.

Tabuľka 2 Parametre prístroja



Uhlová presnosť	1 "
Dĺžková presnosť	2 mm + 2.0 ppm
Dosah na 1 hranol	10 000 m
Interná pamäť	vymeniteľná CF karta
Vytyčovací lúč EGL	nie (možnosť)
Odolnosť	IP 54

Obrázok 29 Leica TCR 1201[7]

Vytyčovalo sa pomocou odrazového minihranola s libelou a s minivýtyčkou od výrobcu Leica. Jednotlivé časti sa dajú pomocou závitov spojovať na výšku 10, 40, 70, 100 alebo 130cm. Na obrázku 30 je fotografia minihranolu s jednotlivými časťami výtyčky.





Obrázok 30 Minihranol [8]

## 8.2 Metódy vytyčovania

Meralo sa prostredníctvom polárnych súradníc s využitím metódy prechodného stanoviska. Pri tejto metóde boli volené tri orientácie na body lokálnej vytyčovacej siete. Jednotlivé body sa najskôr polohovo vytýčili a vyznačili sprejom a následné sa vytyčovali výškovo. Výškové nastavenie sa praktizovalo trigonometrickým vytyčovaním.

## 8.3 Postup prác pri výškovom nastavení debnenia

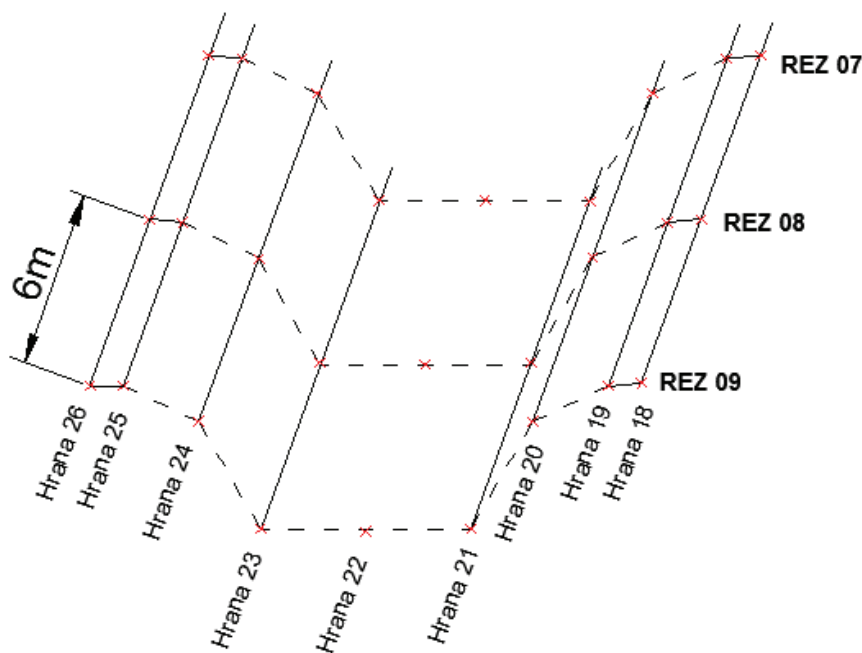
Pred zahájením samotného vytyčovania sme do prístroja importovali vytyčovací prvky, ktoré vypočítala a sprostredkovala projektantka, tie sme následne prenášali na konštrukciu debnenia. Išlo o jemné výškové nastavenie debnenia, kedy bola potrebná dobrá spolupráca so stavebnými pracovníkmi, ktorí debnenie mechanicky nastavovali pomocou stabilizačných skrutkovacích tyčí, ktorými bolo debnenie zo spodnej časti podporené. Pracovníci tieto stabilizačné tyče rozťahovali alebo sťahovali podľa našich inštrukcií.

Na začiatku geodetických prác sa volili tri body vytyčovacej siete, ktoré sa zamerali ako orientácie prechodného stanoviska. Na koniec predchádzajúcej etapy, ktorá už bola zabetónovaná sa umiestnil prístroj na kraji mosta, tak aby bola dosiahnutá vzájomná viditeľnosť na body vytyčovacej siete, ktorá bola v teréne v blízkom okolí mosta a aby bol dobrý rozhľad na celú budovanú etapu. Na Obrázku 31 je zachytené postavenie prístroja na kraji konca poslednej vybudovanej etapy, vonkajšie aj vnútorné debnenie aktuálnej etapy v štádiu zadbňovania.



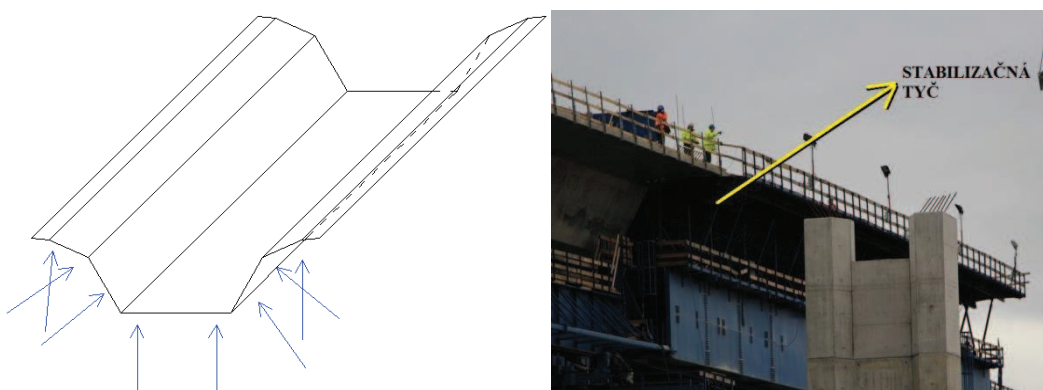
Obrázok 31 Stanovisko prístroja

Keď bol prístroj postavený na vhodne zvolenom mieste, urovnal sa a nechal sa pár minút stáť aby sa aklimatizoval. Po tom čo sa prístroj vyrovnal s klimatickými podmienkami prostredia merania sa nastavili orientácie na body 205.3, 205.5 a 205.7 a Následne sa začali vytyčovať body v miestach hrán debnenia v priečných rezoch po 6m. Na obrázku 32 je graficky znázornená časť debnenia s vyznačením rezov a ich rozostúpením a hrany debnenia.



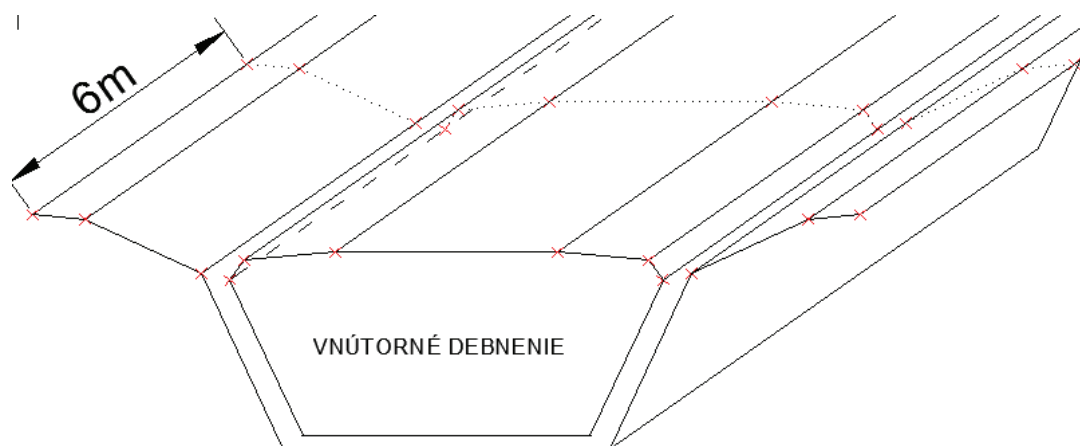
Obrázok 32 Rezy a hrany debnenia

Najprv sa body polohovo vytýčili, označili sa sprejom a následne sa zmerali výškovo, kedy prístroj vypísal výškovú odchýlku, tá sa nahlásila cez vysielaciu stavebným pracovníkom, ktorí boli pod debnením pri stabilizačných tyčiach, podľa toho či bola odchýlka kladná zdvíhali, alebo záporná, kedy znížili debnenie pomocou stabilizačných tyčí v mieste bodu. Na obrázku 33 je graficky znázornené umiestnenie stabilizačných tyčí a smer ich pôsobenia na debnenia, vedľa grafického zákresu je snímka z boku skruže, kde vidieť stabilizačné tyče podopierajúce kraj debnenia. Tyče sú takto umiestnené v každom reze debnenia.



Obrázok 33 Stabilizačné tyče

Pri vytyčovaní sa postupovalo postupne po jednotlivých rezoch, od konca budovanej etapy odkiaľ sa značil prvý rez s číslom 01. Výškové nastavenie sa dodržiavalo s presnosťou do 5mm. Keď bolo debnenie nastavené v požadovanej presnosti na spodok sa uložila výstuž. Po vystužení sa vysunula vnútorná časť debnenia, ktorá sa už nenastavovala pretože bola fixne namontovaná na posuvnom vozíku iba sa po vysunutí zamerával jej vrch aj vrátane zamerania vrchných hrán debnenia znova v miestach rezov. Na obrázku 34 je náčrt vysunutého vnútorného debnenia s vyznačením meraných bodov červenými krížikmi v miestach rezov v intervale 6m.



Obrázok 34 Vnútorne debnenie

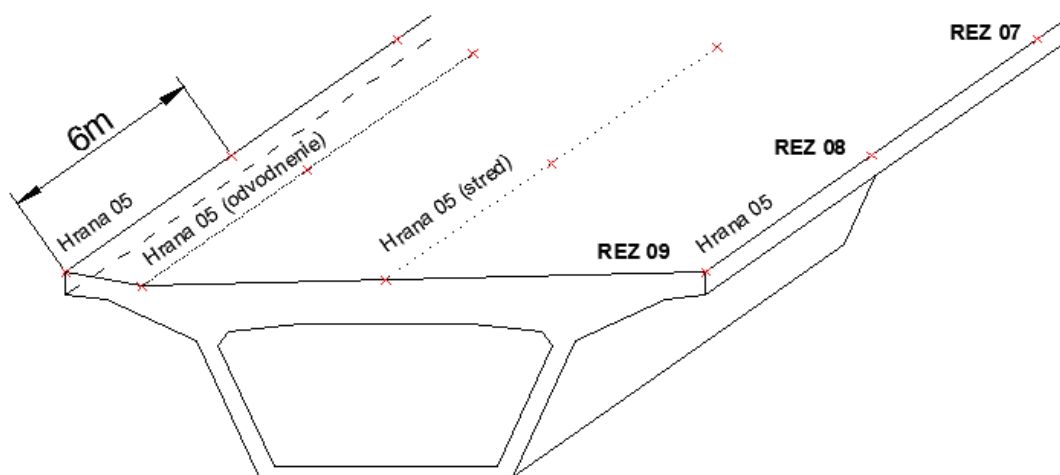
Po zameraní sa železná výstuž uložila aj na vrch debnenia a zaliala sa betónom.

#### 8.4 Porealizačné zameranie mostovky

Porealizačné kontrolné zameranie mostovky sa vykonávalo polárnou metódou s využitím metódy prechodného stanoviska a výška sa zameriavala trigonometricky. Prístroj sa umiestnil na kraj predošlej budovanej etapy vhodne tak, aby neprekážal stavebným prácam, aby bola vzájomná viditeľnosť medzi zvolenými bodmi vytyčovacej siete, ktoré slúžili ako orientácie a aby bol dostatočný rozhľad na celú novovybudovanú zabetónovanú mostovku. Prístroj sa postavil na takto zvolené stanovisko, nechal sa pár minút vyrovnať s klimatickými podmienkami a nastavili sa orientácie na body 205.3, 205.5 a 205.7. Pri zameriavaní vytvrdnutej mostovky boli predmetom záujmu vybrané body s polohou rovnakou ako pri výškovom nastavovaní debnenia, to znamená, že sme merali znova lomové body vytvrdnutého povrchu betónu určené rezmi v intervale po 6m. Na obrázku 35 je odфотографovaná mostovka po betonáži a na obrázku 36 je vykreslená mostovka po betonáži so znázorneným meraných bodov.



Obrázok 35 Mostovka po betonáži



Obrázok 36 Merané hrany po realizácii

Body sa najprv polohovo vytýčili navigáciou figuranta, vyznačili sa na mostovke sprejom a následne sa zmeral bod polohovo aj výškovo a registroval sa do prístroja. Takto sme postupovali na všetkých lomových bodoch vytvrdnutej mostovky teda kraje, stred a odvodňovací pás. Z výstupu tohto merania sa vyvodili odchýlky skutkového výškového stavu mostovky od projektovaných hodnôt. Nakoniec sa na vyžiadanie projektantky merali aj body v rezoch s intervalom 2m, tieto body sú vyznačené vo výkrese porealizačného merania, ktorý je prílohou č. 4.

## 9 POŽIADAVKY NA PRESNOSŤ VYTYČOVANIA

V inžinierskej geodézii sa vzhľadom na veľmi rýchly priebeh rozvoju stavebníctva vyžaduje plánovanie prác a kontrolu kvality geodetických výsledkov a meraní. Kvalita a dodržanie projektovanej štruktúry výstavby stavebného objektu závisí primárne od kvality výsledkov geodetických meraní.

Ak sú požiadavky na presnosť meraní vysoké, požaduje sa aj podrobná analýza presnosti a následná interpretácia výsledkov. Tu sa jedná o to, aby zvolená technológia merania čiže merací postup a metóda zaručili dosiahnutie maximálnej a teda požadovanej presnosti geometrických parametrov stavebného objektu.

Samotné vytyčovanie ako už bolo spomenuté pozostáva z geodetických úkonov, prostredníctvom ktorých je možné na stavenisku vyznačiť značkami hlavné geometrické parametre pre potreby realizácie projektu. Vytyčovanie delíme na dve etapy:

- Základné vytýčenie - vytýčenie priestorovej polohy objektov
- Podrobné vytýčenie – vytýčenie tvaru a rozmerov objektu

V týchto dvoch skupinách sa samostatne posudzuje aj kvalita a presnosť vytýčenia. V prvom stupni sa teda posudzuje kvalita priestorového umiestnenia objektu vzhľadom na okolité objekty a hlavne vzhľadom na body geodetického základu. Osobitne sa tu ďalej prihliada na polohové a výškové vytýčenie. V prípade polohového určenia sa posudzuje vytýčená poloha vo vzťahu s komunikáciami a podzemnými vedeniami, ak ide o líniovú stavbu posudzuje sa sústava hlavných a charakteristických bodov. Pri výškovom vytýčení sa kontroluje len výškové osadenie bodov vzhľadom na existujúce geodetické základy.

V druhom stupni sa dbá na presnosť podrobného vytýčenia, teda presnosť rozmerov a tvaru objektu. Polohová presnosť posudzuje vytýčenie hlavnej polohovej čiary, hlavné osi a presnosť výškového vytýčenia sa posudzuje vzhľadom na hlavné výškové body stavebného objektu.

Požadovaná presnosť vytýčenia nie je fixná hodnota, s ktorou sa počíta pri všetkých druhoch geodetických úkonov. Závisí od mnohých aspektov:

- Veľkosti a dôležitosti stavby
- Funkcie stavby a bezpečnostných požiadaviek
- Druhu použitých konštrukcií

- Estetický účinok stavebných objektov

Naopak faktory ktoré dokážu výrazne ovplyvniť celkovú dosiahnutú presnosť vytýčenia sú:

- Neistota projektovaných údajov
- Nedokonalosť zvoleného vytyčovacieho systému
- Nesprávna metóda a postup vytýčenia
- Chybné prístrojové vybavenie a nedostatočné schopnosti vytyčovateľa
- Klimatické zmeny prostredia

Celková presnosť vytýčenia je hlavnou časťou geometrickej kvality stavebného objektu, rovnako ako ostatné parametre, ktoré v súbore vytvárajú kvalitatívne vlastnosti samotnej stavby.

Posudzovanie presnosti sa môže rozdeliť do troch etáp:

- Pred meraním alebo vytyčovaním
- Pri vytyčovaní
- Po vytyčovaní

Rozbor presnosti pred meraním sa zaoberá určením metódy vytyčovania, voľbou prístrojov a pomôcok a počtom potrebných opakovaných meraní pre dosiahnutie požadovanej presnosti vytýčenia.

Pri rozbere presnosti pri meraní alebo vytyčovaní sa testujú odľahlé merania. Aritmetický priemer viacerých počtov opakovaných meraní sa vyskytuje vždy jedna hodnota okrajovej veličiny, ktorá sa od aritmetického priemeru výraznejšie líši. Tieto okrajové hodnoty sa ihneď nevylučujú, ale sa skúmajú pre posúdenie podľa stanovených kritérií či ich v súbore meraní môžeme ponechať.

Rozbor presnosti po meraní alebo vytýčení sa zaoberá konečnou presnosťou dosiahnutých výsledkov a ich porovnanie s plánovanou alebo projektovanou presnosťou.  
[5]

## 9.1 Rozbor presnosti vlastného merania

Pri vlastnom meraní sa na určenie a výber vhodných pomôcok, prístroja a metódy využíval rozbor presnosti pred meraním. Ďalšie rozbor presnosti sa už nevykonávali,



keďže všetky vytyčované hodnoty a ich dosiahnutá presnosť sa riešili priamo na stavebnom objekte v priebehu merania. Nastavovanie prebiehalo až do momentu, kedy sme nedosiahli presnosť pod 5mm napriek tomu, že povolená odchýlka bola 15mm.

Rozbor presnosti sa vzťahoval len v ohľade na zistenie strednej chyby určenia prevýšenia, keďže sa práce týkali výškového vytýčenia.

$$\frac{\Delta h}{s'} = \cos z \quad (7)$$

$$f(\Delta h) = s \cdot \cos z \quad (8)$$

$$m_{\Delta h} = \left( \frac{\partial f^2}{\partial s^2} \right) m_s^2 + \left( \frac{\partial f^2}{\partial z^2} \right) \frac{m_z^2}{\rho^2} = \cos^2 z \cdot m_s^2 + \sin^2 z \cdot s^2 \cdot \frac{m_z^2}{\rho^2} \quad (9)$$

$$m_{\Delta h} = \sqrt{\cos^2 130 \cdot 0,002^2 + \sin^2 130 \cdot 51^2 \cdot \frac{0,3^2}{\frac{(200 \cdot 100 \cdot 100)^2}{\pi^2}}}$$

$$m_{\Delta h} = 0,079809964 \cdot 10^{-7} = 1mm$$

$$\overline{m_{\Delta h}} = \frac{\delta_x}{t} = \frac{15}{2} = 7,5mm$$

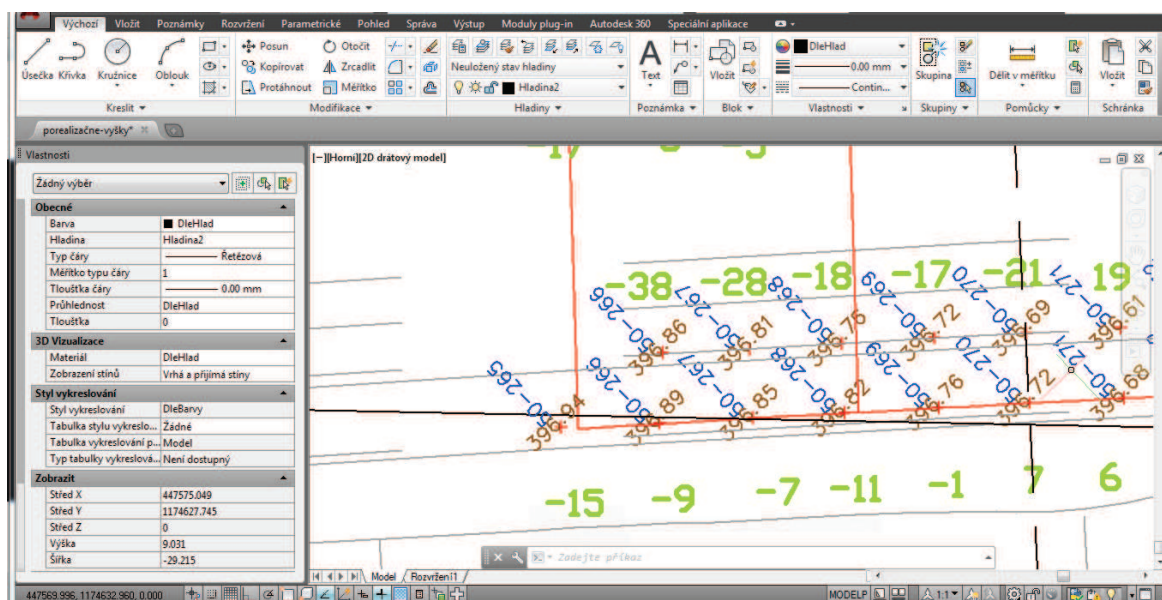
$$\overline{m_{\Delta h}} > m_{\Delta h} \quad (10)$$

$$7,5 > 1$$



## 10 SPRACOVANIE MERANÝCH DÁT A VYHOTOVENIE DOKUMENTÁCIE

Merané údaje sa spracovávali v prostredí počítača, kam sa previedla pamäťová karta prístroja. Pre spracovanie sa použili programy určené pre geodetické práce. Výsledkom meračských prác bolo vyhotovenie výkresu s porealizačným zameraním mostovky, do ktorého sa zaznamenali namerané výšky a odchýlky od projektovaných hodnôt v milimetroch. Na obrázku 37 je detail vyhotoveného výkresu porealizačného merania mostovky v pracovnom prostredí programu AutoCAD, konkrétne pravý kraj mostovky a úžľabie. Celý výkres je priložený pod označením prílohy 4 – Výkres mostovky po betonáži s odchýlkami od projektu.



Obrázok 37 Detail výkresu porealizačného zamerania mostovky

Tieto hodnoty sa zaznamenali aj v písomnej forme do tabuľky kde sa porovnali projektované a merané výšky a vyhodnotili sa tak odchýlky od projektu. Na obrázku 38 je výrez časti tabuľky kde sú zaznamenané výšky bodov projektované a meraného skutkového stavu mostovky a ich rozdiely.

Porovnanie s projektom				číslo				
				objektu	poradové	rok	typ	
				205-00	126	2015	M/VHS	
stavba:	Diaľnica D1 Hričovské Podhradie - Lietavská Lúčka							
Objekt:	205-00 - Most na D1 nad c. III/5183 km 30,898							
stanicienie:	pole medzi P9 a P10							
úrad. systém:	lokálny							
výšk. systém:	Bpv							
Po betonáži								
Číslo profilu	Ľavý okraj mostovky-5		Stred mostovka-6		Úžľabie-7		Pravý okraj mostovky-8	
	Projekt [m n.m.]	Rozdiel (Projekt-Merané [mm])	Projekt [m n.m.]	Rozdiel (Projekt-Merané [mm])	Projekt [m n.m.]	Rozdiel (Projekt-Merané [mm])	Projekt [m n.m.]	Rozdiel (Projekt-Merané [mm])
	Merané [m n.m.]		Merané [m n.m.]		Merané [m n.m.]		Merané [m n.m.]	
12-01	397,181	-24	396,998	-19	396,856	-50	396,916	-21
	397,205		397,017		396,906		396,937	
12-02	397,060	-3	396,877	3	396,735	-30	396,795	-9
	397,063		396,874		396,765		396,804	
12-03	396,920	14	396,737	10	396,595	-20	396,655	-1
	396,906		396,727		396,615		396,656	
12-04	396,799	15	396,616	36	396,474	-5	396,534	5
	396,784		396,580		396,479		396,529	
	396,679		396,496		396,354		396,414	

Obrázok 38 Tabuľka s porovnaním projektu a meraných hodnôt

Spracované výsledky sa ďalej posielali stavebnej projektantke. Využívali sa pri počítaní vytyčovacích prvkov pre budovanie ďalších etáp nosnej konštrukcie mosta 205-00. Všetky hodnoty sú zaznamenané v prílohe 4 – Výkres mostovky po betonáži s odchýlkami od projektu.

## 11 Záver

Pri vytyčovaní debnenia sa vytyčovali nadvýšenia dané projektantkou s čo najvyššou presnosťou tak aby sa minimalizovali náklady na prípadnú sanáciu (brúsenie alebo zalievanie) vytvrdnutej mostovky a aby sa zachoval spád nivelety pri predpokladanom sadaní mostovky. Pri vytyčovaní bola projektom stanovená výšková odchýlka  $m_{\Delta h} < 7,5\text{mm}$ , keďže sa priamo v teréne debnenie nastavovalo až do maximálnej dohovorenej odchýlky 5mm, podmienky kladené na presnosť nastavenia debnenia boli splnené.

Na vyžiadanie projektantky sa zamerala mostovka po betonáži a vyhotovila sa tabuľka a grafické znázornenie s porovnaním projektovaných a meraných hodnôt. S týmito údajmi projektantka ďalej počítala pri riešení vytyčovacích prvkov nasledujúcej etapy a určila miesta na prípadnú sanáciu vytvrdnutej mostovky.

## Zoznam použitej literatúry

- [1] MATIAŠ Marek: Nosné konštrukcie mostov a inžinierska geodézia. gefos.sk, [ cit. 17.Feb.2016; 11.25h EST ]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): [http://www.gefos.sk/sites/default/files/uploads/ctools/matias-tdg\\_doprastav\\_2012.pdf](http://www.gefos.sk/sites/default/files/uploads/ctools/matias-tdg_doprastav_2012.pdf)
- [2] FAITH, P., PAĽO, J., *CESTNÉ A MIESTNE KOMUNIKÁCIE*, ŽILINA – ŽU, 2013. ISBN 987-80-544-0635-0
- [3] UNIZA: TECHNOLOGIA VYTYČOVANIA. svf.uniza.sk, [ cit. 19.Feb.2016; 16.55h EST ]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): <http://svf.uniza.sk/kgd/skripta/g1/kap12.pdf>
- [4] MIHALČÁK, O., VOŠKA, O., VESELÝ, M., NOVÁK, Z., *INŽINIERSKA GEODÉZIA I*, BRATISLAVA – Alfa, 1985. 63-563-85
- [5] UNIZA: URČOVANIE A DOPŕŇANIE BODOVÉHO POĽA NA ÚČELY MERANIA A VYTYČOVANIA V KATASTRI NEHNUTEĽNOSTÍ. svf.uniza.sk, [ cit. 21.Mar.2016; 08.15h EST ]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): <http://svf.uniza.sk/kgd/skripta/KatMap/kap3a.pdf>
- [6] ŠTRONER Martin: K přesnosti volného stanoviška. k154.fsv.cvut.cz, [ cit. 25.Mar.2016; 08.56h EST ]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): [http://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/ING2/volne\\_stanovisko.pdf](http://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/ING2/volne_stanovisko.pdf)
- [7] GEOSHOP: TOTÁLNA STANICA LEICA TCR 1201 R300. geoshop.sk, [ cit. 29.Mar.2016; 13.18h EST ]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): <http://www.geoshop.sk/totalna-stanica-leica-%20tcr-1201-r300-p2932>

- [8] Gefos: MINIHRANOLY. gefos-leica.cz, [ cit. 29.Mar.2016; 18.30h EST ].  
Dostupné na webovskej stránke (world wide web):  
<http://www.gefos-leica.cz/cz/leica/produktyl/145/minihranoly>
- [9] Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky: MAPOVÝ KLIENT  
ZBGIS®. zbgis.skgeodesy.sk, [ cit. 15.Apr.2016; 19.00h EST ]. Dostupné na  
webovskej stránke (world wide web): <https://zbgis.skgeodesy.sk/tkgis/default.aspx>

### **Zoznam použitých skratiek**

Bpv	Baltský výškový systém po vyrovnaní
D1	Diaľnica s označením D1
ETRS 89	Európsky terestrický referenčný systém
GLONASS	Globálny družicový navigačný systém
GNSS	Globálny navigačný satelitný systém
GPS	Globálny lokalizačný systém
HB	Hlavný bod trasy
LVS	Lokálna vytyčovací sieť
NK	Nosná konštrukcia
PVS	Podrobná vytyčovací sieť
S-JTSK	Systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej
SKPOS	Slovenská priestorová observačná služba
ŠNS	Štátna nivelačná sieť
ŠPS	Štátna priestorová sieť
ŠTS	Štátna trigonometrická sieť
WGS 84	Svetový geodetický systém z roku 1984
ZVS	Základná vytyčovací sieť

## Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Lokalizácia stavebného objektu [10] .....	2
Obrázok 2 Lokalita mostu 205-00 [10].....	3
Obrázok 3 Spodná a horná stavba mosta .....	5
Obrázok 4 Ľavý a pravý most.....	6
Obrázok 5 Vnútorne a vonkajšie debnenie .....	7
Obrázok 6 Konštrukcia výsuvnej skruže .....	8
Obrázok 7 Vytyčovací výkres rezov s nadvýšeniami .....	11
Obrázok 8 Tabuľka s vypočítanými nadvýšeniami .....	12
Obrázok 9 Vytyčovanie pomocou vytyčovacej priamky .....	13
Obrázok 10 Príklad vytyčovacej siete ako polygónového ťahu .....	14
Obrázok 11 Vytyčovací sieť ako trojuholníkový reťazec .....	14
Obrázok 12 Stabilizácia bodu siete betónovým blokom .....	16
Obrázok 13 Stabilizácia v pažnom vrte .....	17
Obrázok 14 Ochrana stabilizácie bodu ZVS betónovou skružou .....	17
Obrázok 15 Stabilizácia zabetónovaným pilierom s nútenou centráciou .....	20
Obrázok 16 Stabilizácia pažnicou.....	21
Obrázok 17 Lokálna vytyčovací sieť .....	22
Obrázok 18 Presné vytýčenie uhla.....	24
Obrázok 19 Ortogonálna metóda .....	24
Obrázok 20 Polárna metóda.....	25
Obrázok 21 Voľné stanovisko .....	26
Obrázok 22 Absolútna výška bodu .....	27
Obrázok 23 Princíp geometrickej nivelácie zo stredu (jedna nivelačná zostava).....	28
Obrázok 24 Geometrická nivelácia zo stredu na väčšiu vzdialenosť (nivelačný ťah) .....	29

Obrázok 25 Princíp výškového vytyčovania niveláciou.....	30
Obrázok 26 Delenie zvislého kruhu teodolitu .....	30
Obrázok 27 Princíp trigonometrickej nivelácie (prístroj je nad bodom) .....	31
Obrázok 28 Princíp trigonometrickej nivelácie (prístroj medzi určenými bodmi).....	32
Obrázok 29 Leica TCR 1201[8] .....	33
Obrázok 30 Minihranol [9] .....	34
Obrázok 31 Stanovisko prístroja.....	35
Obrázok 32 Rezy a hrany debnenia .....	35
Obrázok 33 Stabilizačné tyče .....	36
Obrázok 34 Vnútorne debnenie .....	37
Obrázok 35 Mostovka po betonáži .....	38
Obrázok 36 Merané hrany po realizácii.....	38
Obrázok 37 Detail výkresu porealizačného zamerania mostovky .....	42
Obrázok 38 Tabuľka s porovnaním projektu a meraných hodnôt .....	49



## **Zoznam tabuliek**

Tabuľka 1 Rozdelenie nivelácie podľa presnosti a technológie merania .....	28
Tabuľka 2 Parametre prístroja .....	33

## **Zoznam príloh**

Príloha 1 – Náčrt vytyčovacej siete

Príloha 2 – Vytyčovací výkres rezov mostovky - nadvýšenia

Príloha 3 – Tabuľka vytyčovaných prvkov – nadvýšenia

Príloha 4 – Výkres mostovky po betonáži s odchýlkami od projektu

Príloha 5 – Tabuľka s porovnaním projektovaných a nameraných výšok